

Papper, tryck och skrivare – en kort sammanställning

Stefan Gustavson, ISY-LiTH 1994, 1997

1. Paper

Det ojämförligt vanligaste trycks substratet är papper. Paper är ett naturmaterial som till större delen består av växtfibrer, *cellulosafibrer*. Fibrerna utvinnes oftast från trä, även om det förekommer att man använder jute, bambu, hampa, ris eller andra grässorter (till exempel papyrus).

Till vissa papperssorter för konsttryck och arkivändamål används även bomullsfibrer. Fram till 1800-talets mitt använde man lump, textilavfall, som pappersråvara. Nedan beskrivs pappersframställning med trä som råvara.

1.1. Träråvaran

Skog hugges, kvistas och sågas till stockar. Barken tas bort med mekaniska metoder. Stockarna huggs sedan till *flis*, några centimeter stora ganska oregelbundna bitar, i en så kallad flisstugg. Paper tillverkas av en blandning av barr- och lövträd. Tall och gran har långa fibrer som ger ett starkt papper, men för att få bättre tryckegenskaper blandar man ofta in kortare fibrer från lövträd, vilket ger ett jämnare och slätare papper.

1.2. Pappersmassa

Flisen bearbetas sedan till *pappersmassa*, vilken i princip består av separata cellulosa-fibrer. Fibrerna lösgörs ur träets cellstruktur med antingen mekaniska eller kemiska metoder, eller en kombination av båda.

1.2.1. Mekanisk massa

Mekanisk massa framställs antingen genom direkt slipning av stockar eller genom att utsätta flis för värme, tryck och kraftig mekanisk bearbetning i en så kallad *raffinör* eller rickvarn. Mekanisk massa är ganska billig, men fibrerna är inte helt separerade, och massan innehåller alla träets beståndsdelar, som förutom cellulosa bland annat till ungefär 25% är *lignin* (vedämne). Ligninet gör att papperet gulnar under inverkan av luft och ljus, och minskar också styrkan hos papperet. Mekanisk massa har sin största användning i tidningspapper. Den mekaniska rivningen gör att man får en bra blandning av korta och långa fibrer även av enbart barrträd.

1.2.2. Kemisk massa

Vid framställning av *kemisk massa* kokar man flisen under högt tryck med antingen sura ämnen (*sulfitprocess*) eller alkaliska ämnen (*sulfatprocess*) för att renodla cellulosa-fibrerna och lösa ut framför allt ligninet. Sulfitmassa är ljus i färgen även före blekning. Sulfatmassa är ganska mörkt brun men ger ett starkt papper, och används oblekt till bland annat omslagspapper och wellpapp.

1.2.3. Blekning av pappersmassa

Nästan all pappersmassa som skall användas till tryckpapper genomgår *blekning* för att bli ljusare i färgen. Även sulfatmassa kan med kraftig blekning bli vit. Blekningen sker inte

enbart av kosmetiska skäl. Oblekt pappersmassa innehåller en hel del föroreningar, som till stor del försvinner eller ombildas till mindre vådliga substanser vid blekning. Den klorgasbaserade blekning som var den dominerande metoden för ett tiotal år sedan ersätts alltmer av blekning med peroxider eller mindre aggressiva klorföreningar, vilket antas vara miljövänligare.

1.3. Returpapper

I framför allt tidningspapper och mjukpapper (torkpapper) används en stor andel *returpapper* som råvara. Man lägger ner stor möda på att få bort föroreningar och främmande objekt: plast, lim, häftklammer och inte minst tryckfärg. Cellulosafibrer är starka och kemiskt stabila, och kan återanvändas många gånger med hyggligt resultat. Man kan dock inte tillverka särskilt bra papper med enbart returfibrer. Det kan dessutom diskuteras huruvida returpapper är miljövänligt eller ej. Det går åt ganska mycket energi och kemikalier för att få bort tryckfärgen, och transporter av returpapper sker med lastbil över stora avstånd, så det kan i vissa fall vara miljömässigt bättre att bränna pappersavfall. Paper är ett utmärkt biobränsle.

1.4. Tillsatsmedel

Förutom cellulosa-fibrerna, alltså själva pappersmassan, används till nästan allt slags papper olika sorters *limämnen* och *fyllmedel*. Limämnena ger ett papper som bättre motstår fukt. Fyllmedlen har till uppgift att göra papperet jämnare och mer ogenomskinligt (öka opaciteten), samt ge bättre och jämnare tryckfärgsupptagning. Vanliga fyllmedel är kaolin (lera) och kalciumkarbonat (krita). För att framställa färgat papper tillsätts man färgämnen till pappersmassan.

1.5. Pappersmaskinen

En modern pappersmaskin är till sin princip en konstruktion från början av 1800-talet och kallas ibland *Fourdrinier-maskin* efter sina uppfinnare, de brittiska bröderna Henry och Sealy Fourdrinier. Även om processen i stort sett varit densamma i nästan tvåhundra år har man naturligtvis förbättrat och ändrat en rad detaljer och lärt sig styra processen mycket noggrant. Pappersmaskiner har också blivit ständigt större för att möta ökade krav på effektivitet och produktionsvolym. En modern pappersmaskin kan vara över 100 meter lång, uppemot 15 meter bred och 20 meter hög. Även ett mycket stort pappersbruk innehåller bara några få pappersmaskiner.

1.5.1. Inloppslåda och viraparti

Mälden, mycket kraftigt utspädd pappersmassa som till 99% består av vatten, sprutas ut från *inloppslådan* genom ett platt munstycke under högt tryck mot *viran*, en finmaskig men genomsläpplig duk vävd av metalltråd eller polymermaterial. På *viran*, som är något eller några tiotal meter lång, dräneras en stor del av vattnet ut, och pappersmassan formar sig till ett fuktigt ark, som lossas från *viran* och leds vidare i maskinen.

1.5.1.1. Dubbelviramaskiner

En variant som blivit allt vanligare på sistone är att forma papperet mellan två viror, med *dubbelvira*, i stället för på en enda, med *enkeltvira*. Fördelen med dubbelviran är att papperets ovansida och undersida formas på liknande sätt. Paper från

enkelviramaskiner har ofta tydligt olika egenskaper på ovasidan och undersidan - man säger att papperet är *tvåsidigt*.

1.5.2. Pressparti

Precis i slutet av viran manglas det fortfarande mycket fuktiga papperet mellan ett antal valsar i ett *pressparti* för att pressa ut ytterligare vatten och göra papperet kompaktare.

1.5.3. Torkparti

Den största delen av pappersmaskinens volym upptas av stora torkvalsar i *torkpartiet*. Valsarna hettas upp inifrån med ånga och torkar pappersbanan som löper i sicksack mellan dem.

1.5.4. Maskinglätt

När papperet kommer ut ur torkpartiet manglar man det ofta mellan några valsar för att det skall bli slätare. Detta kallas för *maskinglättning* eller maskinkalandrering.

1.5.5. Upprullning, omrullning, skärning

Papperet kommer ut ur pappersmaskinen med en hastighet av några tiotals meter per sekund. Pappersbanan rullas upp på en åtskilliga meter bred rulle som kallas *tambour*. När en tambour är full tas den om hand, skärs till smalare banor och rullas om på mindre rullar. Beroende på hur papperet skall användas distribueras det antingen som rullar eller skärs till ark och buntas.

1.5.6. Kalandrering

För att få bättre ytfinish kan papperet köras genom ett eller flera pressnyp mellan en mjuk och en hård vals, så att ytan utsätts för gnidning under högt tryck. Detta kan göras i slutet av själva pappersmaskinen eller i en separat maskin. Separat kalandrering sker ofta med ett ganska stort antal valsar och kallas då *superkalandrering*.

1.5.7. Bestrykning och glättning

Ett kalandrerat papper kan vara tämligen slätt, men det har fortfarande ganska varierande ytegenskaper och ger ett ojämnt resultat vid tryckning. För högre papperskvaliteter förbättrar man ytegenskaperna ytterligare med *bestrykning*. En bestrykningssmet bestående av pigment och bindemedel stryks ut över papperet. Pigmentet kan vara lera (kaolin), men andra pigment med högre vithet är också vanliga. Bindemedlet är oftast någon latexsort, till exempel polyvinylacetat (PVA). Latex är populärt för offsettryckpapper på grund av sin höga hållfasthet. Bestrykningssmeten påförs i ett bad eller via en rulle och över-skottet skrapas av. Därefter glättas eller kalandreras papperet för att bli glansigt.

Bestrykning och eventuell glättning eller kalandrering kan ske i själva pappersmaskinen eller i ett separat steg.

1.6. Klassificering av tryckpapper

Papper klassificeras på många olika sätt beroende på vilket syfte man har med indelningen. Om vi koncentrerar oss på tryckpapper talar man om *trähaltigt* och *träfritt* papper, där trähaltigt innebär mer än 10% innehåll av mekanisk massa. Man delar också in papper efter användningsområde i *tidnings- och journalpapper*, som oftast är trähaltiga, och *finpapper*, som omfattar till exempel kontorspapper och finare tryckpapper.

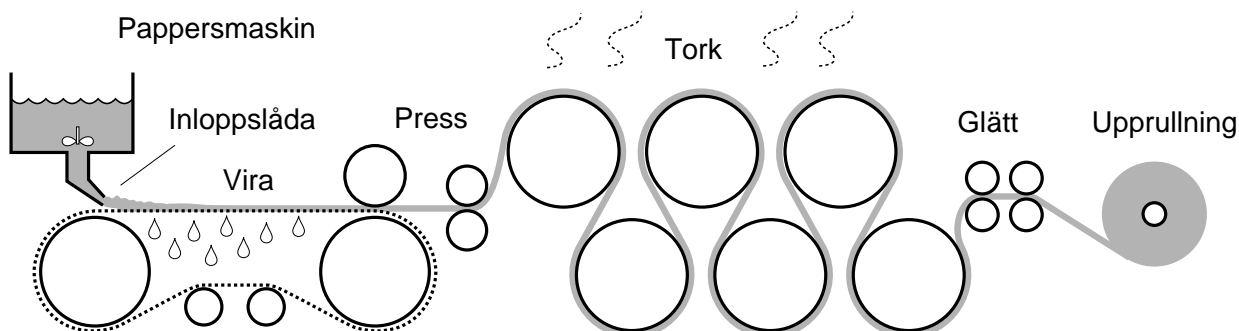
Ett viktigt mått för karakterisering är *ytvikten*, vilket är vikten i gram per kvadratmeter papper. Papper tillverkas i ytvikter från omkring 35 g/m² till drygt 100 g/m². När papperet blir tjockare än så kallas det *finkartong*. Gränsen mellan papper och finkartong är något flytande. Finkartong görs i ytvikter upp till omkring 300 g/m². *Kartong* görs på liknande sätt, men byggs upp i flera skikt och kan vara ännu tjockare.

Papp är inte detsamma som kartong. Papp är oftast oblekt grå eller brun och har en rå yta. Det är ett konstruktions- och förstyrningsmaterial snarare än ett trycksubstrat. Papp tillverkas i ytvikter upp till flera tusen gram per m².

1.7. Kvalitetsgenskaper hos tryckpapper

Tryckpapper skall uppfylla många krav från olika håll, som i vissa fall är motstridiga. Rent mekaniska egenskaper, till exempel *styvhet* och *styrka*, är viktiga för att ge en god *tryckbarhet* och *körbarhet*, det vill säga att papperet inte krånglar och går sönder i tryckpressen. Viktiga optiska egenskaper är till exempel *vithet*, *opacitet* och *glans*. Kemiska egenskaper som har stor betydelse är *ytenergi* och *uppsugningsförmåga*. Ytjämnhet eller motsatsen *ytråhet* är en annan viktig faktor som påverkar tryckkvaliteten. Stor möda läggs ned på att mäta och kontrollera alla dessa parametrar. Vilka som är viktigast beror i mycket hög grad på tillämpningen. Pappersvalet är dessutom oftast en kostnadsfråga: man tar det billigaste papper man kan få tag i som fortfarande är tillräckligt bra.

På sistone har man börjat forska närmare i vilka egenskaper hos ett tryckpapper som egentligen är önskvärda för att få inte bara god tryckbarhet och körbarhet, utan också god *tryckkvalitet*. Problemet härvidlag är att det inte är lätt att definiera vad man menar med begreppet "tryckkvalitet". Det beror till viss del på tillämpningen. Kvalitetssupplevelsen är dessutom alltid mer eller mindre subjektiv och kan variera kraftigt mellan olika betraktare.



2. Tryckteknik

2.1. Tryckning - definition

Det finns en rad olika metoder att mångfaldiga ett original, vilka med mer eller mindre rätt kan kallas tryckning. En rimlig avgränsning är att definiera tryckning som en process som *mekaniskt överför en bild från ett permanent bildbärande medium till ett substrat*.

Metoder som med denna definition inte betraktas som tryckning är bland annat fotografi, kopiatorer och olika slags datorskrivare, eftersom i dessa fall bildinformationen överförs optiskt och/eller återskapas för varje reproducerat exemplar.

2.2. Klassificering av tryckmetoder

Konventionell tryckning enligt definitionen ovan kan indelas i fyra huvudkategorier, beroende på vilket slags tryckmedium som används: *Högtryck*, *djuptryck*, *plantryck* och *stenciltryck*. De olika principerna beskrivs kortfattat nedan. En mer utförlig utredning återfinns i avsnitten 2.5 till 2.8.

2.2.1. Högtryck (*Relief printing*)

Tryckmediet ("tryckplåten") för högtryck har upphöjningar där man önskar färg. En färgvals dras över plåten, varvid färg fastnar på de upphöjda ytorna. Därefter trycks plåten mot mediet (papperet) och en bild uppstår.

Högtryck



2.2.2. Djuptryck (*Intaglio printing*)

Tryckplåten för djuptryck är en från början slät yta. I ytan etsas eller ritsas mönster i form av små gropar eller smala linjer. Plåten doppas i lättflytande färg. Färgen skrapas av eller torkas bort från den släta ytan och blir kvar endast i groparna. Papperet trycks mot plåten och färgen avsätts.

Djuptryck



2.2.3. Plantryck (*Planographic printing*)

Tryckplåten för plantryck har inga egentliga höjdskillnader, utan i stället olika ytegenskaper, så att tryckfärgen fastnar endast på vissa ställen.

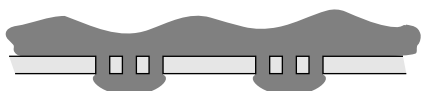
Plantryck



2.2.4. Stenciltryck (*Stencil printing*)

Stenciltryckmediet är tunt och på vissa ställen genomsläppligt för färg genom små hål. Färgen pressas med hjälp av en skrapa från baksidan igenom tryckmediet och avsätts på substratet.

Stenciltryck



2.3. Tryckpressar

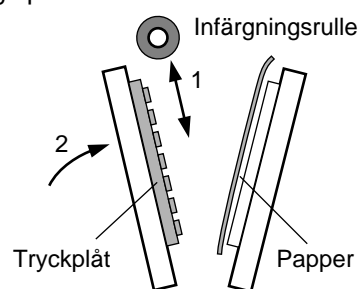
Det finns tre olika grundgeometrier för tryckpressar: *digelpress*, *cylinderpress* och *rotationspress*.

2.3.1. Digelpress

Digelpressen är en konstruktion från tryckarkonstens barndom tidigt på 1500-talet. Automatiserade varianter användes långt in i modern tid, och digelpressar tillverkas än idag för speciella tillämpningar.

I en digelpress är både tryckmediet och substratet plana. Tryckmediet färgas in och trycks mot substratet. Enkelt, men tyvärr långsamt. Det krävs dessutom enorma krafter för att få tillräckligt anliggningstryck mellan tryckmedium och substrat om tryckytan är stor.

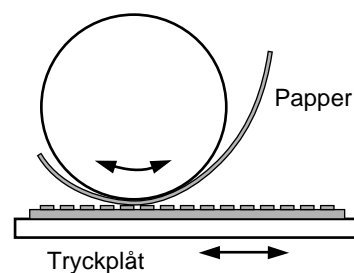
Digelpress



2.3.2. Cylinderpress

I en cylinderpress är tryckmediet fortfarande plant, men substratet läggs mot en cylinder och rullas över det infärgade tryckmediet. Betydligt mindre krafter krävs för att få ett högt anliggningstryck, och det är lättare att hålla ett jämnt tryck över hela tryckytan. Metoden är fortfarande långsam.

Cylinderpress

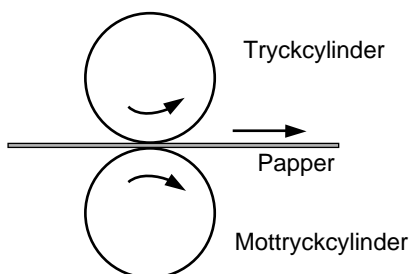


2.3.3. Rotationspress

I en rotationspress kröks tryckmediet till en *tryckcylinder* och sätts att rotera mot en *mottryckscylinder*. Substratet matas in mellan dessa. Metoden är snabb, eftersom man kan färga in tryckmediet med en stillastående vals och mata in substratet kontinuerligt. Detta är den ojämförligt vanligaste tryckpresstypen i dag.

Man skiljer på *arkmatade* rotationspressar, där trycksubstratet matas in arkvis, och *ban- eller rullmatade*, där man matar in substratet i en rulle som rullas upp eller skärs till ark efter tryckningen. Arkmatning är vanligast för små och medelstora pressar för mindre upplagor. Rullmatning är vanligast i pressar för stora upplagor, för till exempel dagstidningar och böcker.

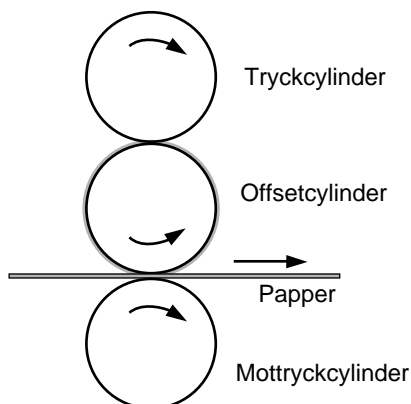
Rotationspress



2.4. Begreppet offsettryckning

Substratet kan bringas i direkt kontakt med tryckmediet, så kallad *direkt tryckning*, men man kan också införa ett mellanstege, där färgen först avsätts på en tryckduk av gummi, som i sin tur trycks mot substratet. Tryckduken är kompressibel, vilket gör att man kan trycka på ganska ojämna ytor utan att använda extremt högt anliggningstryck. Det har också bieffekten att bilden på tryckplåten blir rättvänd i stället för spegelvänd. Tryckning med indirekt färgöverföring kallas *offsettryckning*. Offsettryckning används både med högtryck och plantryck. I dagligt tal har begreppet "offsettryckning" emellertid kommit att stå för *litografisk offsettryckning* (se nästa sida), vilket är det vanligaste användningsområdet för offsettekniken.

Offsetpress



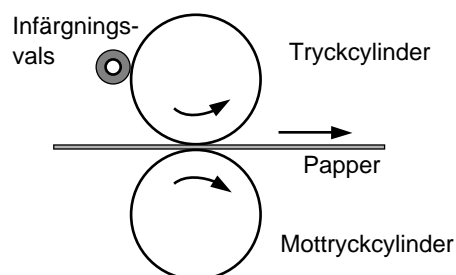
2.5. Högtryck

Högtryck är den i särklass äldsta tryckmetoden. Den användes redan på 1440-talet av Johannes Gutenberg, som gav tryckarkonsten dess stora genombrott med sitt system av lösa typer av metall för att reproducera bokstäver. Ännu för tjugo år sedan var högtryck med tryckmedium av gjuten metall (eng. letterpress printing) mycket vanligt, speciellt för dagstidningsproduktion. I dag används dock för högtryck mestadels ett tryckmedium av fotopolymermaterial, så kallat *flexotryck* (flexographic printing). Flexotryckmediet kan framställas mer eller mindre direkt via fotografisk exponering, och är därför mycket enklare att framställa än metalltryckformar, som kräver flera steg av exponering, etsning, plätering och gjutning. Flexotryck har sin största tillämpning för förpackningstryck, till exempel mjölkkartonger, men används i dag i mycket stor utsträckning för att trycka skönlitteratur. Många större dag-

stidningar i världen trycks med flexotryck, men litografisk offset blir i detta sammanhang snabbt vanligare.

Egenskaperna hos tryckfärgen för högtryck skiftar beroende på trycksubstratet. För högkvalitativt tryck där man vill ha glans och mättnad är den tjockflytande och innehåller mycket pigment, men på sämre papperskvaliteter som tidningspapper, då man dessutom ofta vill köra tryckpressen i höga hastigheter, är färgen lättflytande. Flexotryckfärg kan vara vattenbaserad, även om det fortfarande är vanligast med något organiskt lösningsmedel. Den vanligaste tidnings- och boktryckfärgen består i stort sett av fotogen och sot och är mycket billig. Den ger ett bra resultat på billigt, poröst, trähaltigt papper som suger upp färgen bra.

Högtryck



2.6. Djuptryck

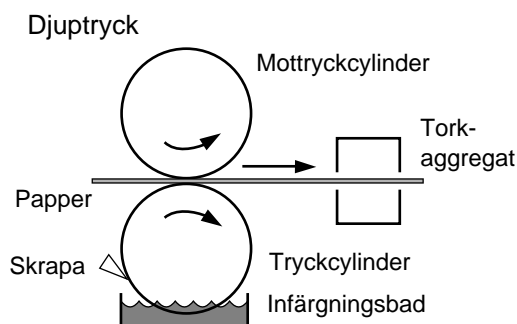
Det finns i huvudsak två djuptrycksmetoder som fortfarande är vanliga: *stålgravyr* (steel gravure) och *rotationsdjuptryck* (rotogravure). Stålgravyr är mer eller mindre ett hantverk, som bland annat används till värdetryck (frimärken och sedlar) och konsttryck ("etsningar", kopparstick). I en stål- eller kopparplåt graverar man in ett mönster, och man framställer dessutom ibland en negativ matris som används som mothåll för att pressa ner substratet i tryckmediets fördjupningar. Resultatet blir ett mycket distinkt tryck med relief, men metoden är dyr.

Rotationsdjuptryck, däremot, är en process som används för i stort sett alla större vecko- och månadstidningar i världen. Tryckmediet är en stor stålcylinde med en yta av koppar, vari djuptrycksmönstret etsas med fotokemiska metoder eller ritsas direkt med en datorstyrd diamantnål. Tryckcylindern är dyr att framställa, men den håller för mycket stora upplagor, och kvaliteten hos det resulterande trycket är hög och jämn. För att få bra kontakt med tryckcylindern måste papperet vara slätare än vad som krävs med andra metoder.

Djuptryck kan inte innehålla stora kompakta färgade ytor, eftersom skrapan som tar bort överskotts färg efter infärgningen inte får skära ner i håligheter. Allt djuptryck är därför till sin natur rastreat. Djuptryck är mycket speciellt i ett avseende: varierande densitet i trycket kan erhållas genom att variera arean hos de graverade håligheterna, som i "vanlig" rastreering, men även genom att variera djupet, och därmed det påförda färgskiktets tjocklek. Fördelen med att kunna variera även djupet är att man kan föra på tjockare skikt av tryckfärgen i mörka områden, och därigenom få mer mättade färger även med ganska billiga pigment. Det praktiskt användbara färgomfånget blir också större.

En djuptryckscylinder saknar skarv, och djuptryck används därför också för att trycka långa ändlösa banor som till exempel plasmattor och laminatskivor.

För att tryckfärgen som används för djuptryck skall flyta in ordentligt i de små fördjupningarna, och för att släppa från dem, måste den vara tunnflytande. Tyvärr måste papperet dessutom vara slätt och suger därför inte upp mycket vätska, vilket ger problem med torkningen. En tryckpress för rotationsdjuptryck innehåller stora aggregat för färgtorkning och återvinning av de oftast lättflyktiga lösningsmedlen.



2.7. Plantryck

Den första formen av plantryck var stenlitografi, som fortfarande används i konsttryckssammanhang för små upplagor. Tryckmediet är här en specialbehandlad slät stenytta, som man ritar på med en fet krita så att den blir vattenavstötande på vissa ställen.

Den vanligaste litografiska tryckmetoden nuförtiden är litografiskt offsettryck (*lithographic offset printing*) som går under den något oegentliga beteckningen "offsettryck". Tryckmediet är en tunn aluminiumplåt med något slags beläggning för att ändra ytegenskaperna. Beläggningar på offsetplåtar kan vara polymerer, lacker, oxider eller olika metaller, men gemensamt för alla slags offsetplåtar är att man vid framställningen av tryckmediet, vilket oftast sker på fotografisk väg, gör de tryckande ytorna hydrofoba (vattenavstötande), och de icke tryckande ytorna hydrofila (vattenupptagande). Före infärgningen fuktas plåten med vatten i ett fuktverk. Vattnet lägger sig i de hydrofila områdena. När sedan plåten går förbi färgverket fastnar tryckfärgen bara i de icke fuktade områdena.

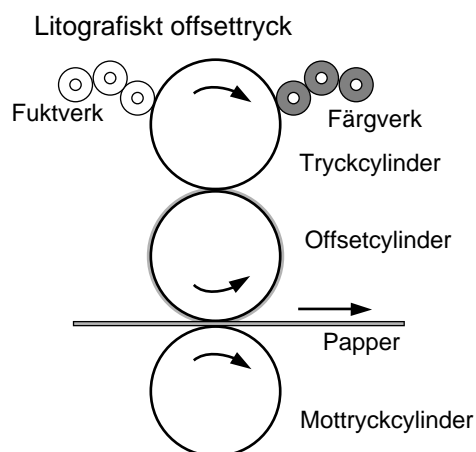
Vattnet i denna tryckprocess ställer till en hel del problem. Dels vill gärna färgvalsen ta upp vatten från tryckplåten, vilket tenderar att försämrade tryckfärgens egenskaper, dels letar sig en hel del fukt in i tryckpapperet, vilket ger dimensionsförändringar och svårigheter med registerhållningen (se 2.9). Problemen är överkomliga, men på senare år har man utvecklat en alternativ metod, så kallad *vattenfri offset* eller *torroffset*, där man täcker plåtens icke tryckande ytor med något starkt oleofobt (oljeavstötande) material som silikongummi. Detta gör att fuktvattnet inte behövs. Det uppstår dock nya problem. Bland annat måste man använda segare tryckfärg - så seg att papperet kan rivs sönder för att det inte släpper från tryckvalsarna. Frånvaron av vatten gör också att man får problem med kylningen av tryckplåten. Totalt sett är det emellertid en stor fördel att slippa ifrån vattnet, som är ett besvärligt element i processen. Vattenfri offset har ökat i användning de senaste åren, men konventionell offset är fortfarande vanligast.

Det finns billighetsvarianter av offsettryckmedium med papper som basmaterial i stället för aluminiumplåt. Tryckning med dessa tryckmedia, som håller för upplagor omkring något eller några tusental exemplar, kallas snabboffset eller kontor-

soffset. Det är den vanligaste metoden på mindre tryckerier. Kvaliteten blir inte så hög som med plåtar, men ändå väsentligt bättre än den närmast konkurrerande reproduktionsmetoden xerografisk kopiering, och betydligt billigare vid upplagor omkring 100 exemplar eller mer.

Litografiskt tryckning från aluminiumplåt görs alltid med offsetmetoden (se avsnitt 2.4 ovan). Tryckmediet, plåten, är för mjukt för att tåla höga tryck och motstå den nötning som sker i själva trycknypet, och färg kan inte tränga ner särskilt bra i skrovliga pappersytor direkt från den släta plåten.

Tryckfärgen för vanligt litografiskt tryck kan inte vara vattenbaserad, eftersom den måste vara hydrofob. Färgen är fet och oljig, och mycket seg och trögflytande. Koncentrationen av färgpigment måste också vara mycket hög, eftersom man inte kan trycka särskilt tjocka färgskikt med plantryck.



2.8. Stenciltryck

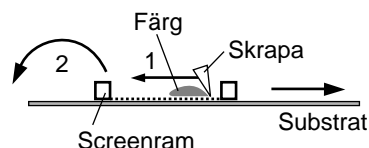
Den i stort sett enda tryckmetoden som fortfarande använder stenciltryck är *screenryckning*. Tryckmediet är en ram med uppspänd finmaskig väv av metalltråd eller syntetfiber. Väven görs ogenomtränglig för färg i de icke tryckande ytorna med hjälp av lack, ljushärdande polymerer eller en utskuren mall. Ramen läggs mot trycksubstratet, färg appliceras på baksidan och trycks igenom med en skrapa. Upplösningen och kvaliteten är förvånande hög.

Screenryckning kan göras på de mest skiftande substrat: papper, kartong, papp, trä, laminat, tyg, plast, glas, skinn, ballonger - snart sagt vad som helst. Färgskiktet kan göras mycket tjockt, vilket gör det möjligt att trycka särskilt intensiva färger eller svåra färgkombinationer, som till exempel vitt eller gult på svart. Det är också jämförelsevis billigt att trycka stora ytor. Stora reklamaffischer trycks oftast med screenryckning.

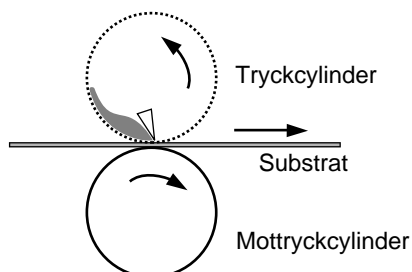
För små upplagor, som till exempel firma- eller föreningstryck på klädesplagg, görs ofta screenryckningen mer eller mindre för hand. För stora format och stora upplagor finns automatiska digelpressar, men faktiskt även rotationspressar som använder screenryckningsteknik. Tryckcylindern är här en sömlös tub av stålsväv, som spänns fast i ändarna och sträcks till en tryckcylinder. Färgverk och färgskrapa placeras på insidan. Tryckmönstret kan liksom för rotationsdjuptryck vara periodiskt och löpa runt hela cylindern utan skarv, vilket är en fördel vid till exempel mönstertryckning av tyg och tapeter.

Tryckfärgen för screenryckning är tjock i konsistensen och innehåller mycket pigment. Den kan vara vattenbaserad.

Screeningpress



Screenrotationspress

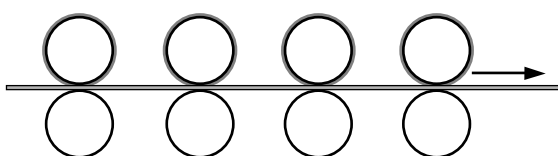


2.9. Flerfärgstryck

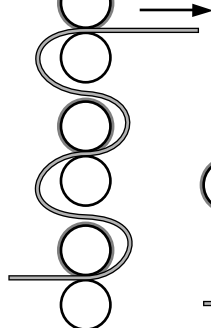
Vid flerfärgstryck kan man trycka varje färg för sig genom att köra substratet flera gånger genom en och samma tryckpress och byta tryckmedium och färg mellan gångerna, men det vanligaste är att flera färger trycks direkt efter varandra med flera tryckverk i samma tryckpress. Flera nya problem uppstår vid flerfärgstryck. Färgerna kan smeta i efterföljande tryckverk eller blandas ut i varandra, och de hamnar heller inte i exakt den önskade positionen i förhållande till varandra – man får problem med *registerhållningen* eller *färgpasset*. Detta problem är särskilt markant för breda pappersbanor i tryckprocesser där man använder vatten så att papperet sväller. Dagstidningstryck är ett bra exempel.

Det finns tre olika sätt att arrangera flera färgverk i samma tryckpress, ofta kallade in-line, stack och satellit. Alla sätten är vanligt förekommande.

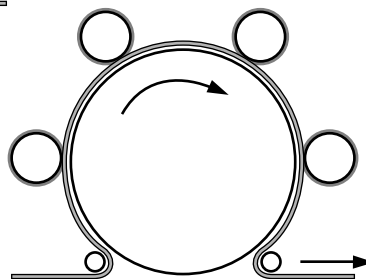
In-line



Stack



Stack



Satellit

2.10. Tryckfärgskemi

Tryckfärg består främst av tre ingredienser: *färgämne*, *bindemedel* och *lösningsmedel* (colorant, vehicle, solvent). Tillsatser utöver dessa tre huvudingredienser kan användas för att erhålla speciella egenskaper. Färgämnet är oftast ett *pigment*, ett ogenomskinligt, mycket finmalet pulver. Svart pigment är oftast kol i någon form, färgade pigment kan vara antingen organiska eller oorganiska. Organiska pigment finns i en stor mängd olika nyanser och är ofta kraftigare i färgen, medan oorganiska pigment generellt sett har högre opacitet och är mer motståndskraftiga mot ljus och luft. Bindemedlet har till uppgift att binda pigmentet så det inte lossnar från den tryckta ytan, och lösningsmedlet gör tryckfärgen flytande.

Tryckfärg tillverkas med olika egenskaper för olika tryckmetoder. Förutom att ange vilken tryckmetod färgen är avsedd för brukar man också klassificera tryckfärger utifrån torkmetoden, det vill säga hur de övergår från flytande form till torra färgfläckar på substratet. Sju huvudklasser kan urskiljas:

2.10.1. Oxidering

Färgen innehåller bara en liten mängd lösningsmedel, som snabbt suggs upp av papperet. Bindemedlet oxiderar under inverkan av luftens syre och polymeriseras.

2.10.2. Avdunstning

Bindemedlet är ett fast ämne som lösts upp i lösningsmedlet. När lösningsmedlet avdunstar återgår bindemedlet till fast form.

2.10.3. Penetration

Bindemedlet saknas. Lösningsmedlet suggs upp av papperet och pigmentet lämnas kvar i pappersytan. Färgen sitter inte fast särskilt bra och smetar lätt.

2.10.4. UV-härdning

Bindemedlet polymeriseras vid belysning med ultraviolett ljus. Används bland annat för så kallad UV-lack, en klar lack som ger en mycket blank yta.

2.10.5. Termisk härdning

Bindemedlet polymeriseras under inverkan av värme, tillförd via varma valsar, varmluft eller infrarött ljus.

2.10.5.1. Heat-set

Detta är ingen egen färgtyp, utan används snarare som benämning på processer där värme tillförs efter tryckningen, antingen för att utföra termisk härdning eller för att påskynda oxidering eller avdunstning.

2.10.6. Cold-set

Bindemedlet är vaxartat med tämligen låg smältpunkt och värms upp före tryckningen. När det svalnar på papperet blir det hårt.

2.10.7. Moisture-set

Bindemedlet löses i glykol, som lätt tar upp vatten. Efter tryckningen fuktas ytan och glykolen tar upp vatten. Bindemedlet, som inte är vattenlösligt, faller därvid ut och tar pigmentet med sig. (Man "torkar" alltså färgen med vatten!)

3. Skrivarteknik

Det finns en uppsjö av olika principer för hur man fäster färg på papper på kommando från en dator. Föreliggande avsnitt är en kort sammanställning i ett försök att bringa någon ordning i det hela. Framställningen är avsedd att vara en någorlunda heltäckande överblick över dagens skrivarteknologier, men en så här kort sammanfattning måste av naturliga skäl förbigå en hel del detaljer.

3.1. Papper i informationssamhället

På åttiotalet, när personatorerna först började bli verkligt användbara, förutspådde många det papperslösa samhället. I själva verket blev det precis tvärt om. Aldrig någonsin har det använts så mycket papper i världen som nu. Den allmänna mängden information som är i omlopp har ökat markant, och därmed också mängden tryckt information. Någon har sagt att det papperslösa samhället är en ungefär lika dödfödd idé som den papperslösa toaletten. Papper är i båda fallen helt enkelt det alternativ som löser problemet på det smidigaste sättet. Papper har en mycket lång tradition i vårt kulturarv, och även om elektroniska media säkert kommer att bli både bättre och smidigare att använda inom en snar framtid kommer det förmodligen att ta mycket lång tid innan papper helt försvinner som informationsbärare. Åtminstone under flera decennier framåt förutspås tryckpapper en lysande framtid.

3.2. Digital tryckning

Konventionella tryckmetoder har fortfarande den största marknadsandelen vad gäller att producera pappersbaserad information, men behovet att skriva ut en papperskopia av elektroniska dokument är också stort. På senare år har olika slags skrivare för datorer blivit både billigare och bättre, och i vissa fall konkurrerar de till och med i fråga om kvalitet eller pris med konventionella tryckmetoder.

Låt oss repetera den definition av tryckning som gavs i förra avsnittet: "Tryckning är en process som överför en bild från ett permanent bildbärande medium till ett substrat."

Med denna definition är de flesta digitala skrivarteknologier egentligen inte att betrakta som tryckmetoder. Oftast är inte bilden på det bildbärande mediet permanent, och för vissa metoder saknas bildbärande medium helt och hållet. Begreppet *digital tryckning* används trots detta ofta för att beteckna alla handa former av datorgenererad utskrift på papper.

I styckena nedan listas de vanligaste metoderna.

3.3. Färgbandsskrivare

3.3.1. Typskrivare

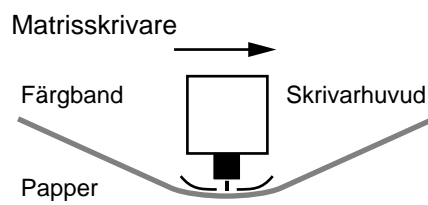
Den äldsta sortens skrivare som var vanliga tills för något tiotal år sedan fungerar på samma sätt som en elektrisk skrivmaskin. Ett färgband läggs mot papperet och typer med utskurna bokstäver och andra symboler slår mot färgbandet så att ett avtryck görs på papperet. Typerna sitter på ett typhjul eller en kula. Så kallade *radskrivare* har typerna på en kedja som löper horisontellt längs raderna på papperet. Det finns en hammare för varje teckenposition längs raden, och när rätt tecken passerar förbi slår hammaren mot papperet. Snabba radskrivare kunde skriva flera tusen tecken per sekund, men de förde ett fasligt oväsen

och gav ingen vidare kvalitet på utskriften. Typskrivare är numera ett nästan helt utdött släkte.

3.3.2. Matrissskrivare

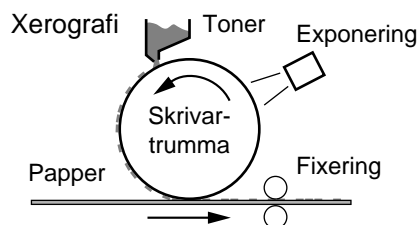
En billig variant av färgbandsskrivare använder sig inte av hela typer utan av en rad av små nålar som sveps över papperet och slås mot färgbandet i olika mönster för att bilda olika symboler. Sådana *matrissskrivare* ger en ganska låg utskriftskvalitet, men de är enkla och billiga att tillverka och kan dessutom skriva ut godtyckliga symboler och grafik.

Tills för några år sedan var matrissskrivare den dominerande sortens skrivare för personatorer, men de har numera nästan helt spelat ut sin roll. De sitter dock fortfarande i vissa mindre system som räknemaskiner, kassaapparater och bankautomater.



3.4. Xerografiska skrivare

Xerografitekniken har länge använts för kopiering. Tekniken bygger på att man på elektrostatiske väg laddar upp en trumma av fotoelektriskt material. Trumman belyses och ändrar sin laddning där ljus träffat ytan. Sedan sprider man färgpulver, *toner*, över ytan, som på grund av elektrostatiske attraktionskrafter fastnar där trumman är laddad. Tonern överförs sedan till ett papper som förs mot trumman, och bilden fixeras till sist med värme som smälter vaxpartiklar i tonern och därmed fäster färgpulvret på papperet.



3.4.1. Laserskrivare

Redan för tjugio år sedan konstruerade man xerografiska skrivare genom att inte exponera den fotoelektriska trumman med en optisk avbildning av ett original, utan med en laserstråle som sveptes över ytan med hjälp av roterande speglar. Genom att modulera laserstrålen på elektrisk väg kan en godtycklig bild byggas upp på trumman. Skrivare som arbetar enligt denna princip går under namnet *laserskrivare*.

Laserskrivare var länge ganska dyra och exklusiva apparater, men de har på sistone sjunkit markant i pris och blivit betydligt vanligare. En laserskrivare kostar i dag inte mer än att man kan ha råd att ha en hemma. De har fördelen att de ger snabba utskrifter med hög kvalitet till ett lågt pris per kopia.

3.4.2. LED-skrivare

Många moderna xerografiska skrivare använder inte en svepande laserstråle för att exponera trumman, utan en fast matris av tusentals lysdioder (Light emitting diodes, LED) som

är lika bred som sidan. I folkmun kallas de ändå för laserskrivare.

3.4.3. Färglaserskrivare

Det finns xerografiska färgskrivare på marknaden, men precis som färgkopiatorer är de ännu väldigt dyra. Priset per kopia är däremot ganska lågt, skrivarna är snabba, och utskriftskvaliteten är god.

3.5. Bläckstråleskrivare (Ink jet)

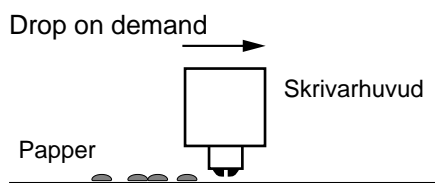
Bläckstråleskrivare fungerar enligt den enkla principen att de sprutar ut färg direkt genom ett munstycke som man sveper över papperet samtidigt som man styr färgflödet med elektriska signaler.

Bläckstråleskrivare finns i de flesta storlekar och prisklasser, med upplösningar upp till 600 punkter per tum och pappersformat från små klisteretiketter upp till A1 eller ännu större. De bästa bläckstråleskrivarna kan i fråga om kvalitet konkurrera med laserskrivare, och det är betydligt billigare att tillverka en bläckstråleskrivare än en xerografisk skrivare. Speciellt mycket billigare är det att göra en färgskrivare med bläckstråleteknik. Bläckstråleskrivare är fortfarande ganska långsamma jämfört med laserskrivare, och utskrifterna är också dyrare per kopia om man använder mycket färg på sidan, men på senare år har bläckstråleskrivare mer eller mindre erövrat hemdatormarknaden, där dessa nackdelar inte spelar så stor roll.

3.5.1. Drop on demand

“Drop on demand” är den vanligaste varianten av bläckstråleskrivare. De flesta modeller skriver genom att svepa ett ganska smalt skrivarhuvud över papperet radvis, och mata fram papperet i små steg mellan varje svep. Skrivarhuvudet har några dussin munstycken monterade på rad för att ge en rimligt snabb utskrift. Det finns extremt snabba bläckstråleskrivare där munstycket är lika brett som pappersbanan, och där det enda svepet som görs är själva frammatningen av papperet. Sådana skrivare finns dock än så länge bara för mindre pappersformat som till exempel klisteretiketter.

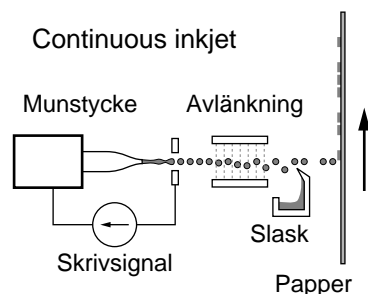
Färgdropparna skjuts ut på kommando ur munstyckena antingen med hjälp av piezoelektriska membran som påförs en spänning och skjuter ut en droppe, eller med ett värmelement som hettas upp med elektrisk ström så att en liten ångbubbla bildas i munstycket och en droppe skjuts iväg. Dropparna är små och kan skjutas ut med mycket hög frekvens - flera tusen droppar i sekunden.



3.5.2. Continuous jet

I stället för att skjuta ut droppar på kommando kan man skjuta ut en kontinuerlig ström av droppar. Sådana skrivare går under benämningen “continuous inkjet”. I stället för att låta bli att skjuta iväg droppar man inte vill ha ut på papperet ger man då de oönskade dropparna en svag elektrisk laddning i utskjutningsögonblicket, och avläskar dessa i ett elektriskt fält

precis efter munstycket så att de samlas upp i en “slasktratt”. En uppenbar nackdel med denna metod är att man förbrukar lika mycket bläck oavsett om man skriver ut mycket eller litet färg på en sida, men fördelen är att den kontinuerliga droppbildningen blir jämnare och att dropparna kan göras mindre. Metoden ger därför en högre utskriftskvalitet. Den är också förhållandevis snabb. Sådana här skrivare finns inte i så stor mängd på marknaden, och de är mycket dyrare än vanliga bläckstråleskrivare.



3.5.3. Solid inkjet

En variant av bläckstråleskrivare använder sig inte av flytande bläck, utan av vax som smälts till flytande form och skjuts ut med bläckstråleteknik. När vaxet träffar pappersytan stelnar det. Sådana skrivare ger mer mättade färger och vattenfasta utskrifter, något som bläckstråleskrivare fortfarande har problem med. Till skillnad från flytande bläck fuktar inte heller vaxet papperet så att det bucklar sig, och man behöver inte använda bestruket papper, vilket ofta krävs för bästa resultat med vanliga bläckstråleskrivare. I gengäld är skrivarna dyrare.

3.5.4. Toner Jet

På liknande sätt som man på mekanisk väg skjuter ut flytande bläck ur munstycken mot ett papper kan man skjuta ut färgpulver (toner) genom små hål på elektrostatisk väg. Denna metod kallas TonerJet och har nyligen kommit ut på marknaden. Metoden är torr precis som xerografi och ger samma tryckresultat som en laserskrivare, samtidigt som den har bläckstråleteknikens fördelar i fråga om enkelhet och kompakt design. Det är betydligt enklare att göra breda munstycken som täcker hela pappersbanans bredd med denna metod, och därför är skrivarna mycket snabba. Än så länge är det dock vissa tekniska problem med att få en lika hög upplösning som med andra metoder.

3.6. Termiska skrivare

Ett annat vanligt sätt att fästa färg på papper är med hjälp av värme. Termiska skrivare finns av flera olika slag, men gemensamt för dem är att de har ett värmelement i mer eller mindre direkt kontakt med papperet och applicerar värme på små punkter för att skapa eller överföra färg.

3.6.1. Direktverkande

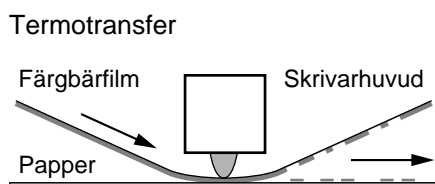
Direktverkande termiska skrivare använder sig av värmekänsligt papper, termopapper, som mörknar vid uppvärmning. Genom att mata papperet förbi ett skrivarhuvud bestående av ett stort antal små värmelement som styrs individuellt bildar man en punktuppbyggd bild.

Denna utskriftsmetod ger varken särskilt bra eller beständiga utskrifter. Den används företrädesvis i mycket enkla system som till exempel parkeringsautomater och

könnummerlappssystem, samt av någon anledning i faxmaskiner.

3.6.2. Termotransfer (Thermal transfer)

Termotransferskrivare har också ett skrivarhuvud med ett stort antal små värmeelement, men i stället för att placera dessa i direkt kontakt med ett värmekänsligt papper lägger man en bärfolie med ett vaxartat färgskikt mellan värmeelementet och papperet, ungefär som ett färgband. Bärfolien bringas i direkt kontakt med papperet, värmeelementet smälter färgskiktet där man värmer upp det, och färgen överförs i dessa punkter till papperet. Bärfolien förbrukas i sin helhet oavsett om man skriver ut mycket eller litet färg, men resultatet blir en mättad och skarp färgbild med hög upplösning. Flera färger kan tryckas med samma tryckverk genom att använda bärfolier med flera olika färger och mata papperet förbi skrivarhuvudet flera gånger.



3.6.3. Färgdiffusion (Dye diffusion thermal transfer)

Den allra högsta kvaliteten på bildutskriften får man i dag med så kallade "sublimeringsskrivare". En mer korrekt benämning är färgdiffusionsskrivare. Principen är densamma som för termotransferskrivare, men färgen på bärfolien smälter inte när den värms upp, utan diffunderar över till substratet. Genom att värma olika mycket kan man få olika mängder färg att diffundera över i varje punkt, och tekniken kan därför återge äkta gråskala och kontinuerliga färgtoner, inte bara "allt eller inget" som de flesta andra sorters skrivare och tryckmetoder. Kvaliteten på en utskrift från en färgdiffusionsskrivare är fullt jämförbar med ett färgfoto. I gengäld är utskrifterna tämligen dyra. Man kan heller inte använda vanligt papper som substrat, utan det krävs ett plastmaterial med ganska speciella ytegenskaper för att färgen som diffunderar över skall fastna.

3.7. Tryckliknande metoder

Det finns ett antal olika utskriftsmetoder som rör sig i gränslandet mellan tryckning och utskrift, framför allt genom att de är inriktade på att i fråga om hastighet, kvalitet och pris konkurrera med konventionella tryckmetoder. Några av dessa nämns nedan, men urvalet är delvis slumpmässigt. Detta är ett område där det just nu händer väldigt mycket i forskning och produktutveckling.

3.7.1. Liquid Toner

Det finns en variant av xerografi med vätskeformig elektrostatisk färg. Metoden liknar vanlig xerografi men är snabbare och ger en högre tryckkvalitet. Skrivarna är stora och dyra och priset per kopia är högre än för offsettryck, men metoden är en konkurrent till offset för färgtryck i små upplagor. Eftersom metoden är digital och inte har en permanent tryckplåt kan man dessutom variera innehållet i trycket för varje exemplar, vilket är intressant för till exempel direktreklam.

3.7.2. Elcography

En metod som fortfarande befinner sig på forskningsstadiet är "Elcography", som bygger på ett fysikaliskt fenomen som kallas elektrokoagulation. En speciell flytande tryckfärg sprids ut i ett tunt lager över en roterande metallcylinder och bringas att koagulera i vissa punkter genom att man leder ström genom en rad elektroder in i färgskiktet. Icke koagulerad färg skrapas av, och de koagulerade punkterna trycks av från cylindern mot ett papper. Metoden är mycket snabb och ger en hög kvalitet på utskriften. Punkternas storlek kan moduleras, och man kan alltså få något som liknar en kontinuerlig tonåtergivning. Man kan också med gott resultat skriva ut på papper av så låg kvalitet som tidningspapper. Det finns än så länge inga kommersiella produkter som använder metoden, men det borde dyka upp sådana inom en snar framtid.

3.7.3. Direkt-till-plåt offset

Direkt-till-plåt offset är egentligen en konventionell tryckmetod (litografisk offset), men man har hoppat över de tidskrävande och komplicerade filmexponeringsstegen för att framställa plåten, och exponerar i stället plåten direkt från digitala data. I vissa system exponerar man till och med plåten medan den sitter monterad i tryckpressen, och det finns plåtar som kan suddas och återanvändas utan att tas ur tryckpressen. Man slipper härigenom mycket av de fasta kostnaderna för plåtframställning och inställningstider, och metoden blir konkurrenskraftig även för kortare upplagor.

3.8. Framtiden

Alla existerande digitala tryckmetoder utvecklas fortfarande och blir ständigt bättre, billigare och snabbare. Några har funnits länge och kan betraktas som mogna teknologier, medan andra fortfarande bara befinner sig i början av sin utveckling. Nya metoder tillkommer också i ganska rask takt. Det finns all anledning att anta att det kommer att hända mycket på området under de närmaste åren.

